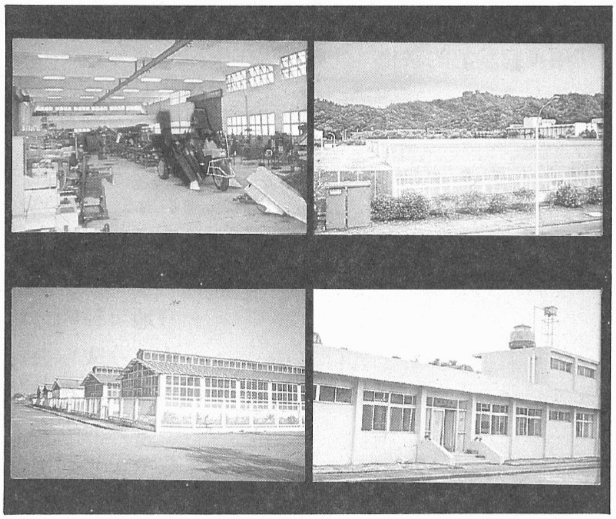
參加廿一世紀自動化農業研討會與美國農工學會之心得報告〈上〉

農試所農工系
◎文／陳加忠



一、參加會議經過

美國農工學會國際冬季會議於八十年十二月十七日至二十日在伊利諾州芝加哥市舉行。而為了迎接二十一世紀之農業需求，此學會又在同一地點提早舉行兩日的二十一世紀自動化農業研討會。兩次會議註冊人數約二千人左右，發表論文共約八百篇。參加的與會人員來自世界各地，因此已公認為世界性之學術會議。

首先舉行之廿一世紀自動化農業其召開背景在於為了持續提供人類所需的食物並減少對環境的負面影響，因此需要利用自動化技術提供更佳農業系統的知識與更有效地提昇生產效率。此會議針對未來需要發展的自動化技術加以區分為四大主題，其內容將分述於後面章節。

美國農業工程學會舉行冬季國際會議，其目的在於提供世界農工研究人員交換研究心得之機會，其大會主依研究內容共分為六項技術部門，而論文宣讀方式有兩種：傳統的論文發表與張貼壁報接受問答(one-on-one)之方式。

二、會議內容介紹：

I 廿一世紀自動化農業研討會

(一)感測器應用(Sensor Applications)

在農業系統中感測器用以對動植物收集資料。近年來，感測器在農業上的應用已有許多改良，例如感測組件縮小化，信賴度的增强，對電腦等介面的簡單化，在轉換器的改良方面在於使其不論輸入訊號的

種類而皆能使輸出標準化(0-10 v或4至20 mA)。而智慧型感測器本身具有信號調整功能，可提供線性輸出，此外更可利用視覺能力進行非接觸性之探測。

另一方面的感測技術發展在於田間現場量測，使其一次同時量測多種參數。新的感測器雖然其價格增加，但是能提供更佳之功能，提高準確性，容易與介面連結，更好的線性輸出。

感測器的設計與選用都必須考慮工程上的許多問題。對植物與動物進行量測時，其外形，方位，各種影響因子都影響感測，而生物本身動態的改變如生長，調適，新陳代謝等使量測工作更爲困難。在動植物上直接附掛感測器往往影響其自身活動，因此需加額外複雜之程序運算。

在資料結構與分析的應用方，利用系統性語意 (Syntactic)將感測器之測定原始資料轉換成有意義的決策知識，此方式對使用者而言可顯著增加感測器的用途。利用神經網路的訓練可模仿人類的學習過程以建立決策。由此技術可將基本感測數據抽萃成爲有用的知識。另一種方式是利用遞歸式(Recursive)訓練能力，以適合性(adaptive)策略選擇法進行最適合自動合理程序(optimize the automated reasoning procedure)

在量測時必須考慮極端環境的影響。可能引起問題的情況舉例如下：紅外線偵測方式必須防止積塵和結露，相對濕度計留意表面之清潔，氣體成份分析計必須避免灰塵、氨氣之影響，利用生物感測器(biosensors)感測之感測器，尤其需考慮環境影響。對持久性量測作業需考慮感測器穩定性，校正曲線是否維持，量測位置有無顯著改變。

有些農業性感測係以間接方式進行，例如動物的耗氧率將氣體取樣於密閉室內進行。使用間接方式量測更需要注意廠商提供的使用說明。例如對某一表面進行紅外線溫度計量測，而表面之射出率(Emissivity)在設備可量測之射出率範圍之外，即爲使用不當的例子：

對於感測器的失效或校正曲線的偏移(Shift)可利用下列方式測知：在軟體上預設其極限或預設可接受的動態反應範圍，或自動地校正檢查。有些設備能自動地顯示感測設備的失效。

新型感測器不斷地改良發展。雖然在準確性，重要性，漂移性(Shift)與失效探查等性能仍有許多問題，現階段農業生產方面然持續利用感測器收集資料以進行控制和管理。近來的發展領域包括作物與病蟲害的遙感測，以生物感測器進行動態量測，微粒與氣體分析，機器視覺應用等。電腦執行速度的增加，更增加由收集之感測數據以得到知識的能力。

此主體之論文內容主要區分爲三主體：

1.影像技術在農業上之新近發展

2.動植物感測系統之應用

3.神經網路於農業之應用

(二)控制系統之應用(Control System Applications)

在工程系統上，應用控制系統主要之目的在於增大生產力，提高作業效率與品質。在農業機器人技術方面，控制系統是最基本之組件。對農業自動化設計而言，有效的控制技術關連著作業之成敗。雖然在工業應用之控制技術已有良好的進展，但是大多數的農業系統控制問題尚未得到解答。一般的工業控制概念通常並不適用農業。在一般控制技術上，利用“調節”(tuning)以建立控制器的參數，但是農業系統的性質具有高變化性，例如水果的直徑即非常數，加上系統自身的物性往往隨時間而改良(例如植株的面積)。典型常用的線性系統在農業上不適用。近年來在控制技術的新近發展已開始被應用於農業，自我學習(Self-learning)與自我調整(Self-tuning)之控制技術已開始利用：自我學習控制即表示自身大能力以監視此控制系統與自動的調整控制參數。對特定的系統而言，控制器可自我調適。爲進行上述作業，大略性(General)的系統模式即可以適用。此種控制系統不僅調整控制器的參數，控制器本身的設計也自動修正以適用被控制的系統，此方式對非線性農業系統十分有用。

利用於適應(adaptive)與可變化結構控制器的數學架構本

身十分複雜，此複雜性可能阻礙了控制器的應用。而利用人工智慧可減少此複雜性。近年來神經網路開始利用於控制器。控制器經由過去成功與失敗經驗之學習，並經由學習改良其能力。此種方式可能只需要簡單的控制結構而且不需要嚴格的模式。

農業系統對不準確(Uncertainly)的管理應用十分重要。柔性(flexible)控制的發展是在控制器內包含部份的決策邏輯。此邏輯組成用以選擇各種控制策略或各組參數。近年來模糊邏輯(Fuzzy logic)開始爲控制器所引用。此種技術可考慮輸入情況的不準確性，並用以執行決策。具有此控制技術之控制器在雜訊(noise)產生或不確定的資訊發生時可得到更合理的控制結果。

由於微電腦的作業能力已逐漸增强，而其售價亦逐年降低。目前利用微電腦進行連續自動控制與即時(on-line)學習的能力已具備，然而在農業上應用其條件在於缺乏適用之感測技術和需求機具之應用。

宣讀論文依內容共分三大主體

1.移動設備控制(Mobile Fquipment)
2.新技術開發(New Technologies)
3.靜量控制系統(Stationary Control System)

(三)田間現地特性之作物生產控制(In-field Site-Specific Crop Production)

由於自動控制硬體與整體技術的進步，使得現地特性作物生產中空間變化性、準確性等之特質得以控制。此技術之重點在於考慮田間之變異性。這些名詞代表就田間與作物先天之空間變異性質加以考慮。此技術之最初研究動機在於以較小面積的應用單位管理取代傳統大塊田間的作業條件設定，因此可改良其經濟效益。另一種特性在於更有效的利用肥料與殺蟲劑，降低其對環境的影響。

在此研討會中，主要討論各種監控和反應田區空間變異性的方法，以進行田間作業之控制，其內容通常歸納爲三類：

1.均質控制(Homogeneous)
2.自動控制(Automatic Control)
3.當時性的分別控制(Temporally separate Control)

均質控制通常將田間或其他型式農業單位的內部視爲完全均勻化，因此不在此主題範圍。自動控制技術則是感測某些變化量時立即加以反應控制。實用的例子如殺草劑的施用，其應用方法是感測雜草狀態而立即變化其施用量。當時性分別控制即表示分別處理感測的時間與控制動作。在控制作業中，其變化性感測與其作業反應活動不屬於相同的作業時段。

此種田間現地作物生產控制主要包含下列技術：

1.感測
2.管理
3.控制
4.位址決定(Location Determination)
5.地理知識(Geographic Information)

在以上五種項目中，最重要的項目在於感測，在地理性變化已被測知後才能進行適當的控制動作。管理是多數作業中所需要的工作項目。管理包括處理量測的數據，決定適切的控制動作，或是至少能夠呈現農作者有用的知識。控制作業屬於對實際變化空間或現場特性的進行的活動，例如施肥，農業設施，種或土地改良。

自動控制與當時性分別控制的技術領域均包括感測，管理與控制。自動控制作業中控制作業隨感測動作而立即執行，因此此爲一種動態反應。在當時性分別控制作業中，感測器與控制分別執行，因此管理作業能夠更爲複雜而且更適當。此技術能考慮以下因子：空間位置的過濾(Filtering)，操作者輸入資料，已執行或人工操作之數據。此技術之缺點在於其需要其他技術領域之配合。地理知識(Geographic Information)必須加以儲存而且必須以地理知識系統(GIS)或其他資料庫型式加以運作。另外，某些種類的位址決定必須在感測與控制作業時加以執行。

此章節的會議所發表論文共分三類：

1.變異性與其量測(Variability and Meaurement)
2.產量標示與地理性管理

(Yield Mapping and Geographic Management)

3. 位置與應用系統 (Positioning and Application System)

(四)作物栽培系統之工程應用 (Engineering for Plant Culture System)

此部份研究之背景在於將作物生產視爲一整體系統而不是一群個別組件之整合，爲促使作物生產者能接受技術與工程領域的應用，更使整體規量系統能實際化，需要可靠的知識以進行無偏見的決策。

農業工程師在此可擔任連接先進技術與作物生產業者之工作。密集的農業生產技術包括溫室，生長箱，組織培養系統，田間隧道型設施，地面覆蓋設施(mulches)，滴灌與施肥灌溉(fertigation)等。工程師必須自以下的專家知識加以結合完成目標，例如作物生理學，經濟學，植物病理學，系統分析，園藝學，電腦程式，作物生產與管理。

此章節之主要重點在於自動化(Automation)栽培(Culture)與環境(Environment)。而對此CEA系統之目的在於探討整合性作物生產系統，其系統定義如下"此種系統中，作物，輸送與栽培設備，操作管理技術等作業因子都加以合理組織以得到良好品質，均一生產之作物，而且勞力的利用最爲適當且能考慮對環境之影響"。

會議論文共有六篇，其標題爲

1. 利用知識方法控制溫室環境
2. 作物環控最適化
3. 專家系統模式應用於滴灌系統養分選用
4. 生物反應系統於組織培養系統
5. 組織培養自動化
6. CEA系統整合

(下期待續)

農友函詢農業技術問題解答

⊙文／技術服務室彙集

農友許茂樹先生(住址：花蓮市中山路84號一樓)函詢有關水耕，西瓜、大蒜、落花生病蟲害問題。(農藝、園藝、植病、應動系主答)

答：(一)、水耕栽培養液供應係爲循環系統，故根部不會腐爛。

(二)、西瓜根部腐爛主要原因有二：1.生理病害，因雨水不斷，長期浸水易導致缺氧而根部壞死，2.因病原菌引起根部腐爛如腐黴，根腐菌，疫病菌等。

(三)、大蒜受到「薊馬」害蟲於高溫多濕季節容易繁殖，大蒜生長期間檢視植株，若發現薊馬數目增加，可噴佈2.8%畢芬寧乳劑或10%百滅寧乳劑之一千倍稀釋液，收穫前至少十五日即停止用藥。薊馬爲黑褐色小蟲，身体細長如針尖，會跳躍，爬行活潑。

(四)、落花生莢果黑斑病屬土壤中數種病菌及線蟲所造成之複合性病害，防治手段初步試驗以蒸汽消毒的土壤可以防除果莢上黑斑之發生。其他如選擇抗病性較强的台南九號或選擇排水良好砂質地栽培可以預防本病。